

# Tentamen i M1

**Kurs: Ingenjörsmetodik M**

**Kurskod: MMF172**

**Tid: Tisdag 2009-10-13 kl. 08.30-12.30**

**Examinator:** Universitetslektor Göran Gustafsson (1357, 073-034 63 57)

**Jourhavande lärare:** Universitetslektor Göran Gustafsson

**Institution:** Produkt- och produktionsutveckling (PPU)

**Lösningar:** Anslås på kurshemsidan på tisdag 2009-10-13

**Resultat:** Anslås på kurshemsidan senast på onsdag 2009-10-28

**Granskning  
av rättning:** Får göras fr.o.m. torsdag 2009-10-29 hos  
Lena Bendrioua, PPU, plan 5, Hörsalsvägen 7 A

**LÄS NEDANSTÅENDE INFORMATION INNAN DU BÖRJAR  
LÖSA UPPGIFTERNA PÅ NÄSTA SIDA!**

## Hjälpmedel

Valfria ordböcker.

## Lösningar

Lösningar ska skrivas på svenska (alt. norska) eller engelska och innehålla nödvändig text och figurer. Gör lämpliga antaganden ifall den givna informationen inte räcker för att problemet ska kunna lösas, och inför relevanta beteckningar där sådana behövs. Förklara gjorda antaganden och införda beteckningar. Även delvis behandlade uppgifter poängbedöms, så gör ditt bästa på varje uppgift även om du inte kan lösa hela uppgiften.

*Använd inte förgpennor, och skriv bara på framsidan av bladen innanför ramen!*

Behandla endast en uppgift (1, 2, 3, 4 eller 5) på ett och samma lösningsblad. Lösningen till en och samma uppgift får däremot gärna omfatta flera blad (det finns ingen övre gräns för antalet). Alla blad som lämnas in ska vara nummerade i stigande nummerordning (löpande sidnummer) för **hela** tentan. De ska också **alla** vara tydligt märkta enligt instruktion så att de kan identifieras. **Lösningsblad som inte är korrekt märkta kan komma att inte poängbedömas och räknas med i tentamen.**

**Bedömning:** Tentamen omfattar fem uppgifter. En komplett och invändningsfri lösning till en uppgift ger 10 poäng. För godkänt resultat på tentamen krävs minst 25 poäng.

## 1 Diverse

Ange korrektheten i påståendena nedan genom att svara RÄTT eller FEL.

- a) En elimineringsmatris används för att välja ut den bästa lösningen bland flera. (1 p)
- b) I en Kesselringmatris används i allmänhet enbart krav som kriterier. (1 p)
- c) I en Kesselringmatris jämförs olika lösningsalternativ med en referens. (1 p)
- d) Komplexitetstal kan användas för jämförelse av alla alternativa lösningar till ett problem. (1 p)
- e) En entydig lösning har bara en funktion. (1 p)
- f) Ett vanligt misstag vid konstruktionsarbete är att vara ouppmärksam på ny teknik. (1 p)
- g) Krav måste alltid uppfyllas. (1 p)
- h) Krav måste alltid vara mät- eller verifierbara. (1 p)
- i) Form (geometri), material och tillverkningsmetod kan ofta inte ändras oberoende av varandra. (1 p)
- j) En morfologisk matris används för att ge underlag för en funktionsanalys. (1 p)

## 2 Kravspecifikation

Ställ upp en kravspecifikation för ett kylskåp som omfattar totalt minst 15 *realistiska* krav och önskemål. Gör specifikationen så komplett som möjligt, dvs. sträva efter att inkludera alla aspekter, livscykelphaser och intressenter. Ange även apparatens huvudfunktion och delfunktioner. (10 p)

## 3 Lösningssökning

Gör en morfologisk matris över delfunktionerna hos en bil. Minst 4 realistiska delfunktioner och totalt minst 10 tänkbara dellösningar krävs för full poäng. (10 p)

## 4 Beslutsmetoder

Beskriv tillvägagångssättet vid en systematisk utvärdering av olika lösningskoncept med hjälp av de matrismetoder som har behandlats i kursen. (10 p)

## 5 Modeller

- a) Definiera två grundläggande dimensioner med hjälp av vilka man kan klassificera olika typer av modeller. (2 p)
- b) Rita ett diagram med de två dimensionerna på axlarna och placera in några olika modelltyper i det. Kommentera de olika typerna samt diagrammets kvadranter. (3 p)
- c) Ange minst fem anledningar till varför man vid ingenjörsarbete ofta använder modeller av olika typ snarare än att arbeta med de "verkliga" objekten. (5 p)

# Tentamen i Ingenjörsmetodik M (MMF172) 091013

## FÖRSLAG TILL LÖSNINGAR

( )

( )

( )

( )

## 1 Diverse

- a) En elimineringsmatris används för att välja ut den bästa lösningen bland flera.  
FEL (den används för att eliminera lösningar som inte uppfyller alla krav)
- b) I en Kesselringmatris används i allmänhet enbart krav som kriterier.  
FEL (i allmänhet används *enbart önskemål*)
- c) I en Kesselringmatris jämförs olika lösningsalternativ med en referens.  
FEL (i en Kesselringmatris görs en *absolut jämförelse* mellan alternativ)
- d) Komplexitetstal kan användas för jämförelse av alla alternativa lösningar till ett problem.  
FEL (endast *liknande* lösningar - med samma slags teknik - kan jämföras)
- e) En entydig lösning har bara en funktion.  
FEL (den kan ha flera funktioner, men de måste i så fall kunna utföras oberoende av varandra)
- f) Ett vanligt misstag vid konstruktionsarbete är att vara ouppmärksam på ny teknik.  
RÄTT (och det är bara *ett* av flera vanliga fel)
- g) Krav måste alltid uppfyllas.  
RÄTT (så är det, utan undantag)
- h) Krav måste alltid vara mät- eller verifierbara.  
RÄTT (annars vet man ju inte om/när de är uppfyllda)
- i) Form (geometri), material och tillverkningsmetod kan ofta inte ändras oberoende av varandra.  
RÄTT (ändrar man en så får man ofta ändra också minst en av de övriga)
- j) En morfologisk matris används för att ge underlag för en funktionsanalys.  
FEL (tvärtom, funktionsanalysen görs innan den morfologiska matrisen kommer till användning)

## 2 Kravspecifikation

Ställ upp en kravspecifikation för ett kylskåp som omfattar totalt minst 15 *realistiska* krav och önskemål. Gör specifikationen så komplett som möjligt, dvs. sträva efter att inkludera alla aspekter, livscyklifaser och intressenter. Ange även apparatens huvudfunktion och delfunktioner.

Huvudfunktionen hos ett kylskåp är att bevara mat genom att förvara den vid en lägre temperatur än omgivningens. En delfunktion är att hålla maten skyddad från hus- och skadedjur.

Krav/önskemål	Verifiering	K/Ö	Kravställare
Hålla mat vid 8°C	Temperaturmätning	K	Kund
Kyla varm mat på viss tid	Mätning av T(T',m,t)	K	Kund
Hålla temperaturen vid max 10°C 2h efter strömavbrott	Mätning av T(t)	Ö, 4	Kund
Hålla temperaturen vid max 12°C 2h efter strömavbrott	Mätning av T(t)	K	Kund
Rymma mat för ett hushåll på tre personer	Volymmätning	K	Kund
Självvänsande	Observation	Ö, 3	Kund
Kraft för att öppna/stänga dörr max. T newton	Mätning	Ö, 5	Kund
Ergonomiskt handtag	Med försöksperson	O, 3	Kund
Larmsignal vid för hög temperatur	Provning	K	Kund
Ljudnivå max. X db	Mätning	K	Standard
Ljudnivå max. Y db (Y<X)	Mätning	Ö, 5	Kund
Självinstruerande reglage	Skriven instruktion ej nödvändig för minst 9 av 10 slumpmässigt valda försökspersoner	Ö, 4	Kund
Reglage synliga vid stängd dörr	Observation	O, 3	Kund
Energiåtgång max. Z W	Mätning	K	Standard
Energiåtgång max. L W (L<Z)	Mätning	Ö, 5	Kund
Robust	Ska kunna tappas från 5 cm höjd utan skador	Ö, 3	Distributör
Återvinningsbar	Sönderdelning	K	Lagstiftare
EI 230 V, 50 Hz	Mätning	K	Kund
Installation utan montör	Med försöksperson	K	Kund
Massa max. 90 kg	Vägning	K	Standard
Massa max. 80 kg	Vägning	Ö, 4	Kund
Kan fås med olika fronter		K	Säljare
Kan rengöras med diskmedel	Prov	K	Kund
Yttermått AxBxC m	Mätning	K	Standard
Livslängd min. 15 år vid kontinuerlig drift	Beräkning	K	Standard

T = temperaturen i kylskåpet

T' = matens temperatur när den ställs in i kylskåpet

m = matens massa

t = tiden

### 3 Lösningssökning

Gör en morfologisk matris över delfunktionerna hos en bil. Minst 4 realistiska delfunktioner och totalt minst 10 tänkbara dellösningar krävs för full poäng.

Delfunktion	Dellösningar				
Kupeventilation	Öppningsbara sidofönster fram	Luftkonditionering	Taklucka		
Styrning	Mekanisk	Hydraulisk	Elektrisk		
Bromsning	Skivbromsar	Trumbromsar	Retarder (lastbil)	Avgasbroms (lastbil)	Virvelströmsbroms (lastbil)
Bagagetransport	Lastutrymme innanför baklucka	Takbox	Lastutrymme under baksäte		

Notera att flera dellösningar till samma delfunktion kan användas parallellt med varandra, vilket också är fallet i verkligheten!

### 4 Beslutsmetoder

Beskriv tillvägagångssättet vid en systematisk utvärdering av olika lösningskoncept med hjälp av de matrismetoder som har behandlats i kursen.

Alla koncept läggs först in i en elimineringsmatris. Därefter granskas varje koncept med avseende på **alla** krav i kravspecifikationen. Varje koncept som inte uppfyller **alla** krav sällas bort. Man kan därför avsluta granskningen för ett koncept så snart man hittar **ett** krav som inte är uppfyllt för den. Matrisen nedan omfattar nio koncept (A-I) och illustrerar tillvägagångssättet.

	Uppfyllande av kravspecifikation						BESLUT
	Krav a	Krav b	Krav c	Krav d	Krav e	Krav f	
Lösning A	JA	JA	JA	JA	JA	JA →	Behåll
Lösning B	JA	NEJ →					Förkasta
Lösning C	JA	JA	JA	JA	JA	JA →	Behåll
Lösning D	JA	JA	NEJ →				Förkasta
Lösning E	JA	JA	JA	JA	JA	JA →	Behåll
Lösning F	JA	JA	JA	JA	JA	JA →	Behåll
Lösning G	JA	JA	JA	NEJ →			Förkasta
Lösning H	NEJ →						Förkasta
Lösning I	JA	JA	JA	JA	JA	JA →	Behåll

Anta att man efter elimineringsmatrisen har kvar åtta av de ursprungliga tjugo lösningskoncepten. Då använder man en Pughmatris som i figuren nedan, där dock endast fyra alternativ (här kallade I-IV) har tagits med.

Kriterium	Alternativ			
	I (ref)	II	III	IV
Prestanda	R E F E R E N S	0	+	0
Landsväg		+	+	-
Stadskörning		+	+	+
Utseende		+	0	-
Säkerhet		-	0	0
Milkostnad		+	-	-
$\Sigma +$			4	3
$\Sigma 0$		1	2	2
$\Sigma -$		1	1	3
Nettovärde	0	3	2	-2
Rangordning	3	1	2	4
Vidareutveckling?	Ja	Ja	Ja	Nej

Kriterierna i en Pughmatris utgörs av önskemålen i kravspecifikationen, plus krav som är bra att "överuppfylla". Om man i utgångsläget har fler än 15-20 kriterier så slår man ihop dem i grupper, t.ex. under ett sammanfattande begrepp som "miljökrav". Ett av koncepten väljs för att utgöra referens (det är likgiltigt vilket), och övriga jämförs med det. För varje kriterium anger man om det aktuella konceptet är sämre än (-), lika bra som (0) eller bättre

än (+) referensen. Sedan summeras antalet olika tecken, och nettovärdet, som är skillnaden mellan summa plus och summa minus, är ett mått på konceptets värde. Ju högre värde desto bättre.

För att säkerställa att Pughmatrisen konvergerar, dvs. visar samma rangordning mellan alternativen oberoende av vilken lösning som väljs som referens så gör man lämpligen ytterligare några "iterationer", dvs. upprepar samma process som ovan men varje gång med olika koncept som referens. Får man inte konvergens så bör man fundera på vad det beror på. Är orsaken att man gjort något fel så korrigerar man det.

Eftersom syftet med att använda Pughmatrisen är att reducera antalet kvarvarande lösningskoncept så kan man ifall nettovärdena är lika eller ligger nära varandra för flera än, säg, fyra av koncepten också vikta kriterierna för att få större utslag. Figuren nedan visar en Pughmatris med viktning, och med bara tre lösningskoncept. Viktningen fungerar så att man multiplicerar viktsfaktorn för varje kriterium med antalet plus- och minustecken på samma rad. Figuren visar att ett av koncepten, alternativ II (som också råkar vara referens här) har ett betydligt högre nettovärde än de övriga koncepten, och att därför bara det behålls och de övriga två förkastas. I det specifika exemplet är då urvalsprocessen klar, i och med att bara ett enda koncept återstår. Vanligare är att man har flera koncept med jämförbara nettovärden som går vidare i processen.

Kriterium	w	Alternativ		
		I	II (ref)	III
Prestanda	2	0	R E F E R E N S	+
Landsväg	4	-		0
Stadskörning	5	-		-
Utseende	4	-		-
Säkerhet	1	+		+
Milkostnad	4	-		-
$\Sigma +$	<input type="checkbox"/>	1		<input type="checkbox"/>
$\Sigma 0$	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	4
$\Sigma -$	<input type="checkbox"/>	17	<input type="checkbox"/>	13
Nettovärde	<input type="checkbox"/>	-16	0	-10
Rangordning	<input type="checkbox"/>	3	1	2
Vidareutveckling?	<input type="checkbox"/>	Nej	Ja	Nej

Anta att man efter Pughmatriserna har kvar fyra av de åtta koncept som man hade innan. För att välja ut ett "bästa" koncept bland de fyra som nu återstår används en Kesselringmatris, se nedan. I exemplet här är de alternativa koncepten numrerade I-IV.



	Alternativ										
	Ideal		I		II		III		IV		
Kriterium	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	
Prestanda	2	5	10	2	4	2	4	3	6	2	4
Landsväg	4	5	20	3	12	4	16	4	16	2	8
Stadskörning	5	5	25	2	10	4	20	3	15	3	15
Utseende	4	5	20	3	12	4	16	3	12	1	4
Säkerhet	1	5	5	3	3	2	2	3	3	3	3
Milkostnad	4	5	20	2	8	4	16	1	4	3	12
$T$	100		49		74		56		46		
$T/T_{Ideal}$	1,00		0,49		0,74		0,56		0,46		
Rangordning	-		3		1		2		4		

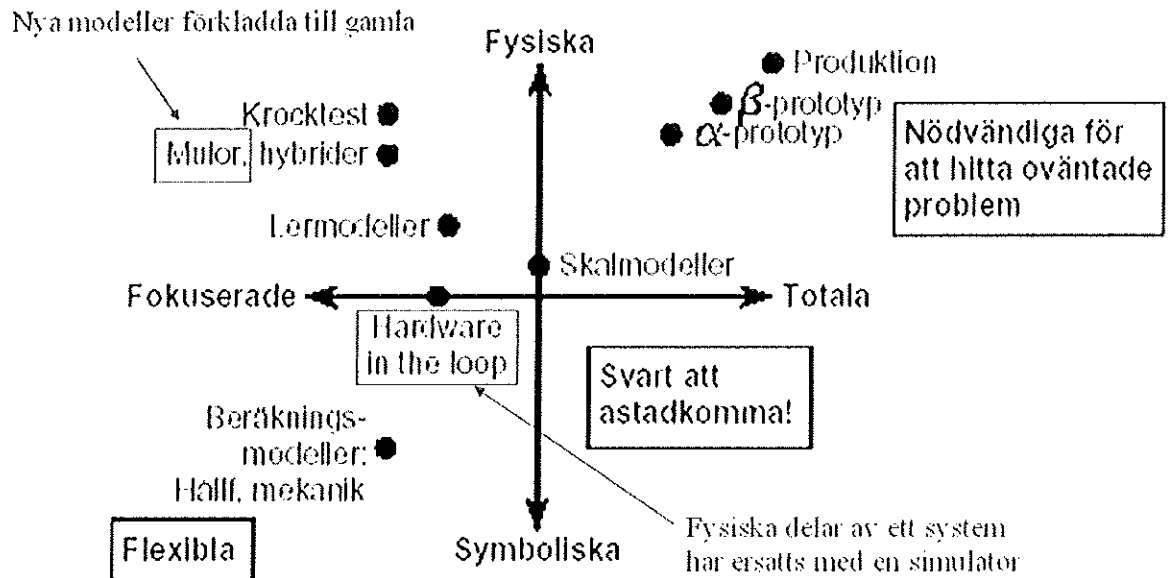
I Kesselringmatrisen används enbart önskemål som kriterier. Dessa kan dock behöva vara med specifika än i den *relativa* Pugh-metoden för att möjliggöra de *absoluta* jämförelser som det här är fråga om. När man använder Kesselrings metod är det viktigt att man är noga när man viktar de olika kriterierna. Parvisa jämförelser utförda av kunder är en bra metod för att bestämma lämpliga viktsfaktorer. Man kan också behöva ägna möda åt att utforma betygsskalor som tar hänsyn till samband mellan "kvantitet" och betyg som är olinjära. Nettovärdet för varje koncept beräknas på samma sätt som i en viktad Pughmatris.

Om man inte får ett klart utslag, dvs. ett klart "bästa" koncept, genom att använda en Kesselringmatris så får man tillgripa ytterligare verktyg för att välja mellan de två – som det då kanske är frågan om – kvarvarande lösningskoncepten. Ett sådant verktyg är begreppet komplexitetstal, som kan användas för att hitta den *enklaste* lösningen bland flera. En annan aspekt man kan studera är vilken lösning som är mest välbalanserad, dvs. har den jämnaste fördelningen av betyg m.a.p. olika kriterier.

## 5 Modeller

- a) Definiera två grundläggande dimensioner med hjälp av vilka man kan klassificera olika typer av modeller.  
*En* dimension är hur stor del av originalet som avbildas, dvs. *en* del eller *en* aspekt/funktion (fokuserad modell), eller *hela* originalet (totalmodell). *En annan* dimension är om modellen existerar i en form så att den kan vidröras (fysisk modell), eller om den är en indirekt avbildning (symbolisk modell) på något annat sätt, t.ex. som en matematisk modell.

- b) Rita ett diagram med de två dimensionerna på axlarna och placera in några olika modelltyper i det. Kommentera de olika typerna samt diagrammets kvadranter.



- c) Ange minst fem anledningar till varför man vid ingenjörsarbete ofta använder modeller av olika typ snarare än att arbeta med de "verkliga" objekten.

För att

1. modeller är billigare
2. undersöka om produkten kommer att fungera som tänkt
3. modellen är enklare att distribuera
4. modellen kan användas för att undersöka vilka parametervärden som är optimala
5. kunna bevisa att resultat har uppnåtts